

ТЕХНІЧНИЙ СТАН БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЙОГО ОЦІНКА

Наведено рекомендації щодо визначення технічного стану будівельних конструкцій, будівель та споруд в цілому.

Визначення технічного стану окремих будівельних конструкцій та будівель і споруд в цілому є одним з важливих завдань у ході їх експлуатації. Донедавна ці питання не були нормовані. З виходом затверджених спільним наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України і Держнаглядохоронпраці України “Нормативних документів ...” [1] ситуація дещо змінилася. Однак в цьому документі є неточності, які не дають змоги однозначно встановити технічний стан будівель і споруд. Для усунення цього недоліку в Полтавському державному технічному університеті проводяться комплексні теоретично-експериментальні дослідження процесу експлуатації будівельних конструкцій та достовірної оцінки їх стану на будь-яких етапах експлуатації.

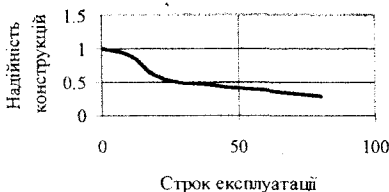
У самому визначенні технічного стану, наведеному в [1], немає точності, особливо для найвідповідальніших III та IV станів. Діючи сьогодні нормативні розрахунки міцності конструкцій не дають можливості встановити, чи зможе конструкція підсилюватися без руйнування, якщо вона не відповідає вимогам, які ставляться за I-ю групою граничних станів. Тому пропонуємо залишити поділ на чотири технічних стани, не змінюючи при цьому їх назву, але принцип віднесення до того чи іншого стану замінити наступним чином:

- стан конструкцій I – нормальний. Фактичні зусилля в елементах та перерізах не перевищують допустимих згідно з розрахунками за першою і другою групами граничних станів. Відсутні дефекти та пошкодження, що перешкоджають нормальній експлуатації або знижують несучу здатність чи довговічність;
- стан конструкцій II – нормальний. Фактичні зусилля в елементах та перерізах не перевищують допустимих згідно з розрахунками за першою і другою групами граничних станів. Мають місце дефекти та пошкодження, що можуть знизити несучу здатність чи довговічність конструкції. Необхідні заходи щодо захисту конструкції;
- стан конструкцій III – непридатний для нормальної експлуатації. Конструкція має дефекти або пошкодження і не відповідає вимогам за другою групою граничних станів. Міцність та стійкість кон-

струкції (розрахунки за першою групою граничних станів) забезпечені;

стан конструкцій IV – аварійний. Конструкція має дефекти або пошкодження і не відповідає вимогам за першою і другою групами граничних станів. Можливе обвалення конструкцій.

Надійність конструкцій визначається відомою з [2] залежністю (див. рисунок). Цей графік є ідеалізованим і не враховує випадкового характеру дії навантаження, впливу зовнішнього середовища, внутрішніх явищ, що протікають в будівельних матеріалах, підвищення експлуатаційної надійності в результаті проведення ремонтів та спеціальних заходів (підсилення, реконструкція тощо).



Крива надійності конструктивних елементів будівель і споруд

Але навіть такий спрощений підхід показує, що визначений в деякий момент часу технічний стан не є постійним, а безперервно змінюється. Надійність при цьому може або знижуватися, або підвищуватися (при вжитті спеціальних заходів). Методик, які б давали змогу прогнозувати зміну технічного стану будівельних конструкцій з плином часу, сьогодні не існує. Разом з тим нормативні документи [1] вимагають від спеціалізованих організацій виконувати такий прогноз і нести відповідальність за збереження його до наступного обстеження. Ця суперечність приводить, з одного боку, до неоднозначних висновків щодо визначення технічного стану і, як правило, до заниження експлуатаційної надійності будівельних конструкцій та будівель і споруд в цілому, а з другого, – до невиправданого зменшення терміну наступного обстеження. Як вихід з цього положення до остаточної розробки методик прогнозування технічного стану рекомендується встановлювати критерії віднесення будівельних конструкцій до того чи іншого стану на основі перевірочних розрахунків за першою чи другою групою граничних станів. При цьому слід використовувати фактичні значення навантажень та характеристики міцності й деформативності матеріалів. Це дасть змогу прямо враховувати зниження експлуатаційної надійності конструкцій (див. рисунок). Однак, оскільки стан конструкцій, як правило, визначається для тих з них, що давно експлуатуються, то коефіцієнти, які враховують вплив середовища на експлуатаційні якості матеріалів (наприклад, коефіцієнт γ_{b2} для бетонних та залізобетонних конструкцій), слід збільшувати пропорційно зменшенню строку можливої подальшої експлуатації у порівнянні з нормативним стро-

ком. Таким чином, з'являється можливість диференціювати вплив часу на роботу конструкцій.

Оскільки розглядаються випадкові фактори, то йдеться тільки про імовірність настання будь-якого стану конструкцій протягом заданого періоду або про визначення відрізка часу, протягом якого може настати даний стан з наперед заданою імовірністю. При такій постановці питання, на наш погляд, найбільш прийнятними є імовірнісні розрахунки з використанням ланцюгів Маркова. Як показує аналіз умов експлуатації будівельних конструкцій, ці ланцюги є такими, що не розкладаються, ергодичними й нерегулярними. Наші дослідження дають можливість зробити висновок, що у зв'язку з великою кількістю випадкових факторів, які виявляються в різний час і мають різну імовірність виникнення та впливу на кінцевий результат розрахунків, підхід до встановлення технічного стану окремих конструкцій є правомірним та надійним. Математичні розрахунки при цьому є громіздкими і не завжди забезпечуються надійними статистичними вихідними даними. Одним з виходів з даної ситуації є зменшення можливих станів конструкцій. Якщо зменшити кількість зовнішніх (зміну внутрішньої структури та фізико-механічних характеристик матеріалів можна розглядати як зовнішні впливи) впливів ми не можемо, то в кожному конкретному випадку майже завжди є можливість різко зменшити кількість векторів області якості [3]. Крім того, як зовнішні, так і внутрішні впливи можна зменшити за рахунок ігнорування тих, значення яких при встановленні технічного стану конструкцій значно менше від інших. Так, під час експлуатації залізобетонних панелей перекриття в житлових будинках немає необхідності вводити як вектор області якості ширину розкриття нормальних тріщин, оскільки вплив цього фактора легко усувається незначним ремонтом конструкції.

Найбільш відповідальним моментом в розглядуваному питанні є визначення технічного стану будівлі чи споруди в цілому. Цілком логічним можна визнати підхід нормативних документів [1], згідно з яким технічний стан визначається за найгіршим (найбільшим за номером) технічним станом окремих конструкцій та їх елементів. Недоліком рекомендацій [1] є те, що непридатний до нормальної експлуатації стан окремих другорядних (які не є визначальними для забезпечення надійного функціонування будівлі як системи в цілому) елементів (наприклад, покрівлі, підлоги тощо) приводить до присвоєння такого стану всій будівлі чи споруді. Ми рекомендуємо ввести показники для визначення впливу окремих елементів конструкцій. Якщо конструкція є основною (відмова якої спричиняє відмову всієї системи), то такий підхід норм може бути прийнятним. Якщо ж конструкція не є основ-

ною, слід ввести поняття “будівля (чи споруда) обмежено придатна до нормальної експлуатації” з встановленням строку її переведення в стан II чи навіть I. Такий підхід повинен бути використаний для конструкцій, які мають або виконують роль “гарячого” чи “холодного” резерву конструкцій. При цьому, звичайно, імовірність настання одного з граничних станів у наперед заданому відрізку часу не повинна перевищувати прийняту (для будівельних конструкцій 0,95) величину.

Запропонований підхід до визначення технічного стану будівельних конструкцій дозволяє більш точно описати їх подальшу роботу і більш надійно експлуатувати будівлі та споруди.

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, Держнаглядохоронпраці України. – К., 1997. – 145 с.

2. Ройтман А.Г. Надежность конструкций эксплуатируемых зданий. – М.: Стройиздат, 1985. – 175 с.

3. Болотин В.В. Применение методов теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. – М.: Стройиздат, 1971. – 256 с.

Отримано 24.01.2000

© Клименко С.В., 2000

УДК 624.072.33

М.Г. ЧЕРНЕНКО, канд. техн. наук

Харківська державна академія залізничного транспорту

БАГАТОВИМІРНА БІФУРКАЦІЯ РОЗВ'ЯЗКІВ У ЗАДАЧАХ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ ІЗ СИМЕТРІЄЮ

Узагальнюється підхід до аналізу числа оптимальних розв'язків у задачах оптимізації конструкцій із симетрією, запропонований в [2], на випадок багатовимірної біфуркації.

Розглядається задача мінімізації теоретичної маси плоских статично невизначених балок і рам, що задовольняють умовам міцності за нормальними напруженнями:

$$f_j(I_1, \dots, I_n, W_1, \dots, W_n, A_1, \dots, A_n) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, s. \quad (1)$$

Шляхом введення функціональних залежностей між геометричними характеристиками перерізу для кожного стержня, наприклад, у вигляді

$I_i = I_{i0} w_i^{\psi_i}$ і $A_i = A_{i0} w_i^{\eta_i}$, обмеження (1) можна записати в просторі моментів опору перерізів стержнів:

$$f_j(W_1, \dots, W_n) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, s, \quad (2)$$

де w_i – відносний момент опору перерізу i -го стержня:

$w_i = W_i / W_{i0}$; I_{i0} , W_{i0} і A_{i0} – одиниці довжини відповідно на осях